

Ćwiczenie 4

Badanie charakterystyk sond gamma współpracujących z radiometrem Colibri

CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie następujących charakterystyk sond promieniowania γ :

- wydajności detektora w funkcji odległości detektora od źródła promieniowania,
- wydajności detektora w funkcji energii rejestrowanych kwantów gamma,
- względnej wydajności kątowej detektora (dla kwantów gamma o energii 662 keV i 60 keV).

WYPOSAŻENIE STANOWISKA

- radiometr Colibri
- sonda scyntylicyjna (SG-2R)
- sonda z licznikiem Geigera-Muellera (STTC)
- źródła promieniotwórcze: ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{241}Am ,
- szablon z cylindrycznym układem współrzędnych.

WYKONANIE ĆWICZENIA

Przed przystąpieniem do pomiarów należy zmierzyć poziom tła w miejscu, gdzie będą prowadzone dalsze pomiary.

Należy pamiętać o zanotowaniu numerów źródeł używanych w ćwiczeniu. Pozwoli to później na odszukanie we właściwym certyfikacie informacji o aktywności źródła.

W czasie pomiarów źródła należy umieszczać na wysokości środka detektora.

Należy korzystać z funkcji preselekcji czasu w radiometrze dobierając czas pomiaru tak, aby uzyskać statystykę zliczeń pozwalającą na nieprzekraczanie błędu względnego statystycznego 1% (ile zliczeń należy zarejestrować, żeby spełnić ten warunek?).

1. BADANIE SONDY SCYNTYLACYJNEJ

1.1 Badanie wydajności sondy w funkcji odległości detektora od źródła promieniowania.

Pomiary przeprowadzić dla kwantów gamma o energii 662 keV. Zmierzyć częstotliwość zliczeń rejestrowaną przez sondę dla kilku różnych odległości środka detektora od źródła (odległości dobieramy z zakresu: 5 cm — 25 cm).

1.2 Badanie wydajności sondy w funkcji energii rejestrowanych kwantów promieniowania γ

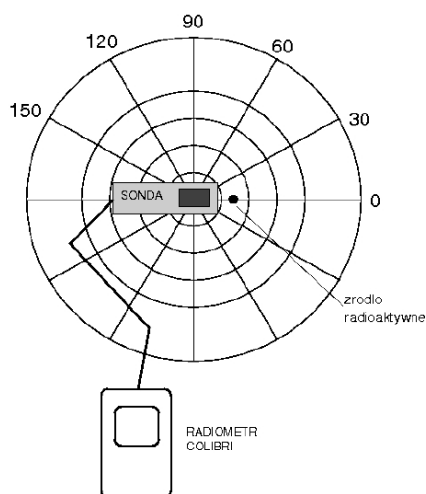
Źródła umieszczać w odległości 20 cm — 25 cm – wybrać jedną odległość, taką dla której wykonano pomiary z punktu 1.1.

Wyznaczyć częstotliwość rejestrowanych zliczeń dla promieniowania gamma o energii 60 keV (emitowane przez ^{241}Am), 662 keV (emitowane przez ^{137}Cs , zmierzone w pkt. 1.1), ~1300 keV (emitowane przez ^{60}Co).

1.3 Badanie względnej wydajności kątowej sondy

Sondę ustawić na szablonie tak, by środek detektora pokrywał się ze środkiem koncentrycznych okręgów (patrz Rys.1). Źródło radioaktywne zamocować na podstawie na wysokości odpowiadającej środkowi sondy. Zbadać częstotliwość zliczeń w funkcji kąta między osią sondy a kierunkiem ustawienia źródła.

Pomiary wykonać dla kwantów γ o energii 60 keV (^{241}Am), 662 keV (^{137}Cs) i ~1300 keV (^{60}Co).



Rys. 1 Schemat układu do pomiaru odpowiedzi kątowej sondy.

2. BADANIE SONDY STTC

2.1 Badanie wydajności sondy w funkcji odległości detektora od źródła promieniowania.

W przypadku tej sondy radiometr nie daje informacji o częstotliwości zliczeń, dlatego należy odczytywać mierzoną moc dawki. Dla źródła ^{137}Cs , korzystając ze współczynnika kalibracyjnego podanego przez producenta można przeliczyć moc dawki na częstość rejestrowanych zliczeń.

Jeśli mamy do dyspozycji „silne” źródło ^{137}Cs (kilkaset kBq) (informację o aktywności źródła poda asystent), należy wykonać analogiczne pomiary jak dla sondy scyntylicyjnej.

Jeśli do dyspozycji jest tylko słabe źródło (kilkadziesiąt kBq), należy wyznaczyć wydajność detektora tylko dla najmniejszej odległości, dla której zmierzono wydajność dla sondy scyntylicyjnej.

2.2 Badanie względnej wydajności katowej sondy

Sondę ustawić na szablonie tak jak przy pomiarach dot. sondy scyntylicyjnej (pkt. 1.3). Zbadać częstotliwość zliczeń w funkcji kąta między osią sondy a kierunkiem ustawienia źródła.

Pomiary wykonać dla kwantów gamma o energii 662 keV (^{137}Cs).

OPRACOWANIE WYNIKÓW

Badanie wydajności sond w funkcji odległości detektora od źródła promieniowania

- Obliczyć częstość zliczeń netto (po odjęciu tła) i jej niepewność dla każdej geometrii pomiaru.
- Obliczyć wydajność detektora (wraz z niepewnością!) dla poszczególnych geometrii pomiaru.
- Przedstawić otrzymane wyniki na wykresach w funkcji odwrotności kwadratu odległości detektora od źródła ($1/r^2$) i ew. dopasować odpowiednią zależność wydajności od odległości (dla każdej sondy osobno).
- Wyjaśnić otrzymane zależności.

Badanie wydajności sondy w funkcji energii rejestrowanych kwantów promieniowania γ

Obliczyć częstość zliczeń netto (po odjęciu tła) i jej niepewność.

Obliczyć wydajność detektora dla poszczególnych energii kwantów gamma.

Przedstawić otrzymane wyniki na wykresach i skomentować.

Badanie względnej wydajności katowej sond

- Częstość zliczeń dla poszczególnych kątów unormować do częstości zliczeń rejestrowanych pod kątem 0° i przedstawić na wykresie we współrzędnych cylindrycznych.

- Porównać otrzymane zależności z wykresami podanymi przez producenta (patrz str. 6-8).
- Skomentować otrzymane zależności.

Porównać wydajność sondy scyntylicyjnej i STTC dla tych samych odległości od źródła.

Skomentować otrzymane wyniki.

Studenta przystępującego do wykonywania ćwiczenia obowiązuje znajomość następujących pojęć i zagadnień:

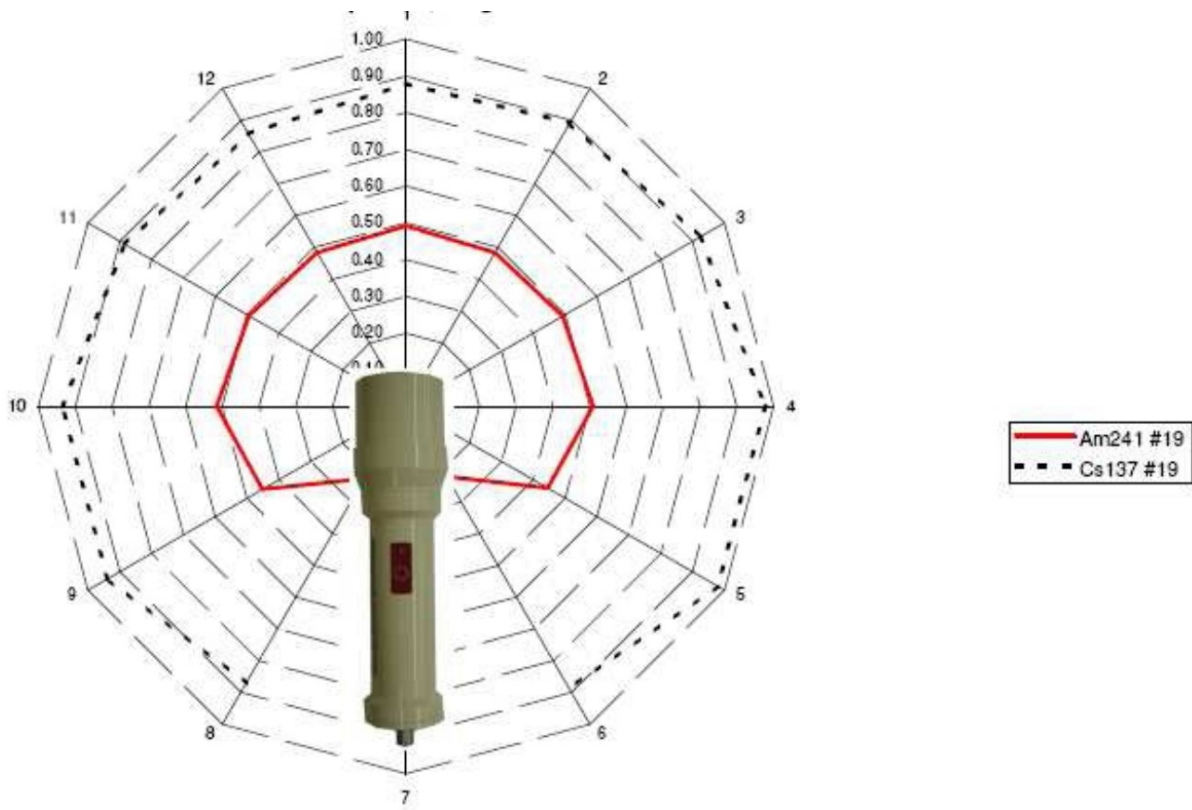
- zasada działania licznika Geigera-Müllera,
- zasada działania detektora scyntylicyjnego,
- oddziaływanie promieniowania gamma z materią,
- aktywność izotopu,
- wydajność detekcji.

DODATEK

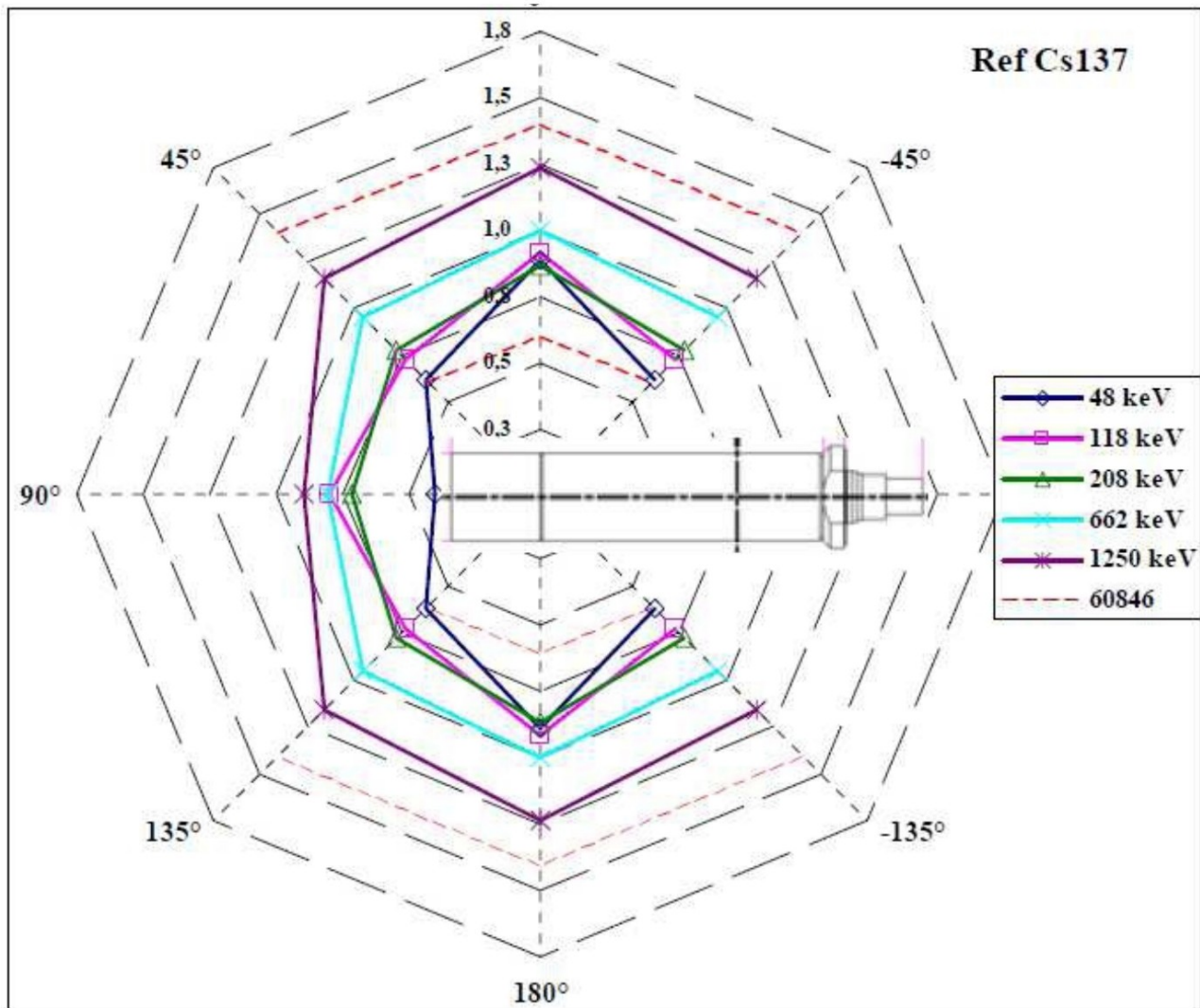
Podstawowe informacje o izotopach w źródłach używanych w ćwiczeniu

Radioizotop	$T_{1/2}$ [lata]	Energia kwantów gamma [keV]	Względna intensywność linii	Równoważna wartość stałej ekspozycyjnej [cGyh ⁻¹ GBq ⁻¹ m ²]
⁶⁰ Co	5.3	1173 1332	100% 100%	30.8 x 10 ⁻³
¹³⁷ Cs	30.3	662	85%	8.0 x 10 ⁻³
²⁴¹ Am	433	60	36%	0.4 x 10 ⁻³

Odpowiedz kątowna sondy SG-2R



Odpowiedz kątowna sondy STTC dla ^{137}Cs



Odpowiedz kątowna sondy STTC dla ^{137}Cs

